

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 0 961 340 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
01.12.1999 Patentblatt 1999/48

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **H01P 7/10**, **H01P 1/203**

(21) Anmeldenummer: 99102651.9

(22) Anmeldetag: 12.02.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

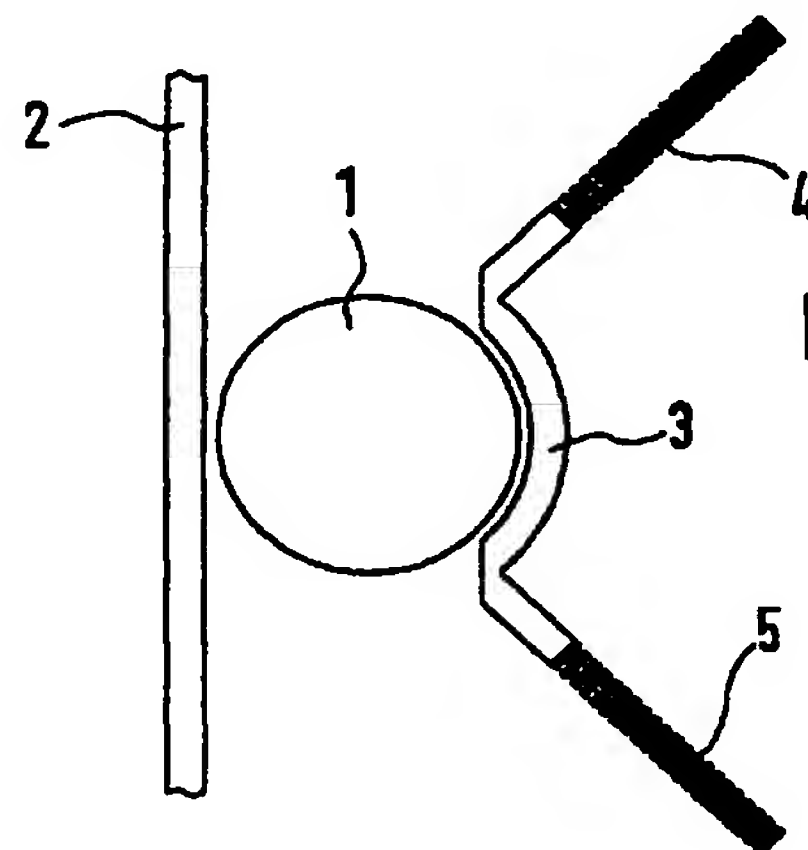
(30) Priorität: 27.05.1998 DE 19823656

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**  
**70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Schallner, Martin**  
**71642 Ludwigsburg (DE)**  
• **Martin, Siegbert**  
**71570 Oppenweiler (DE)**

### (54) Verfahren zum Abstimmen der Resonanzfrequenz eines dielektrischen Resonators

(57) Ein mit geringem Aufwand durchführbares, einen weiten Abstimmbereich der Resonanzfrequenz eines dielektrischen Resonators verwirklichendes Verfahren besteht darin, daß eine Abstimmleitung (3), welche als Streifenleitung ausgeführt und an beiden Enden leerlaufend ist, so mit dem dielektrischen Resonator (1) gekoppelt wird, daß sie mit einem Bereich, in dem die Leitung ein Stromminimum hat, neben dem dielektrischen Resonator (1) verläuft, und daß an einem der beiden Enden der Abstimmleitung (3) ein oder mehrere Leitungsstücke (4, 5) einer solchen Länge entfernt werden, daß die Resonanzfrequenz einen gewünschten Wert annimmt.



**Fig. 1**

**EP 0 961 340 A1**

## Beschreibung

### Stand der Technik

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abstimmen der Resonanzfrequenz eines dielektrischen Resonators, der auf einem Substrat neben einer als Streifenleitung ausgeführten Signalleitung angeordnet ist, wobei mit dem dielektrischen Resonator mindestens eine seine Resonanzfrequenz beeinflussende, als Streifenleitung ausgeführte, an beiden Enden leerlaufende Abstimmleitung gekoppelt wird.

**[0002]** Für die Schwingungserzeugung mit Hilfe eines Oszillators oder der Ausfilterung eines schmalen Frequenzbereichs wird ein auf der gewünschten Frequenz schwingender Resonator benötigt. Dabei ist, um möglichst gute elektrische Eigenschaften des Oszillators bzw. des Filters zu erreichen, eine möglichst hohe Güte des Resonators erforderlich. Eine hohe Resonatorgüte haben dielektrische Resonatoren. Ein dielektrischer Resonator besteht aus einer in der Regel runden Scheibe aus einem dielektrischen Material, der neben einer planaren Signalleitung, über die das zu filternde Signal übertragen wird, auf dem Substrat der planaren Leitung aufgeklebt ist. Solche dielektrischen Resonatoren sind z.B. aus [1] D.Kjfez, P.Guillon: Dielectric Resonators, Artech House, Dedham, MA, 1986, Seite 509 - 510 und aus [2] K.V. Buer, El-B. El-Sharawy: A Novel Technique for Tuning Dielectric Resonators, IEEE Transactions on Microwave Theory and Technique, Vol. 43, No. 1, January 1995, Seite 36 - 41 bekannt.

**[0003]** Ein dielektrischer Resonator hat in der Regel nach dem Einbau in eine Schaltung aufgrund von Materialschwankungen und Fertigungstoleranzen nicht die exakt gewünschte Resonanzfrequenz. Deshalb ist ein nachträgliches Abstimmen der Resonanzfrequenz des dielektrischen Resonators erforderlich. Gemäß der Druckschrift [1] erfolgt diese Abstimmung über eine im Deckel eines den dielektrischen Resonator aufnehmenden Gehäuses integrierte Abstimmerschraube, wobei mit dieser Abstimmerschraube der Abstand zwischen dem Deckel des Gehäuses und dem dielektrischen Resonator einstellbar ist. Nachteilig dabei ist, daß sowohl das Gehäuse als auch die Abstimmerschraube thermisch bedingten Ausdehnungsschwankungen unterliegen, wodurch es zu einer ungewollten Drift der Resonanzfrequenz kommt. Dieser Nachteil wird mit der Abstimmvorrichtung gemäß der Druckschrift [2] dadurch umgangen, daß auf eine Abstimmerschraube völlig verzichtet wird und statt dessen eine planare Abstimmleitung mit dem dielektrischen Resonator gekoppelt wird. Diese Abstimmleitung wirkt wie eine dem Resonator parallelgeschaltete Admittanz. Die Admittanz und damit die Resonanzfrequenz hängen von der Länge der Leitung und deren Lage relativ zum dielektrischen Resonator ab. Über die Länge der Leitung und deren Lage bezüglich des dielektrischen Resonators läßt sich also dessen Resonanzfrequenz abstimmen. Für die abzu-

stimmende Resonanzfrequenz muß nun die Abstimmleitung von einer ganz bestimmten Länge und mit einem ganz bestimmten Bereich der Leitung in der Nähe des dielektrischen Resonators auf dem Substrat aufgebracht werden. Falls danach die Resonanzfrequenz immer noch einen Offset aufweist, offenbart die Druckschrift [2] keine Maßnahmen, wie auch dieser Offset mit einfachen Mitteln noch beseitigen werden kann.

**[0004]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, nach dem mit möglichst geringem Aufwand eine sehr exakte Abstimmung der Resonanzfrequenz eines dielektrischen Resonators durchführbar ist.

### Vorteile der Erfindung

**[0005]** Die genannte Aufgabe wird mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 dadurch gelöst, daß die Abstimmleitung so mit dem dielektrischen Resonator gekoppelt wird, daß sie mit einem Bereich, in dem die Leitung ein Stromminimum hat, neben dem dielektrischen Resonator verläuft und daß an einem oder beiden Enden der Abstimmleitung ein oder mehrere Leitungsstücke einer solchen Länge entfernt werden, daß die Resonanzfrequenz einen gewünschten Wert annimmt. Mit diesem Verfahren läßt sich ein sehr großer Abstimmungsbereich für die Resonanzfrequenz des dielektrischen Resonators realisieren.

**[0006]** Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens gehen aus den Unteransprüchen hervor. Danach läßt sich der Abstimmungsbereich weiterhin vergrößern, indem die mindestens eine Abstimmleitung zur Kopplung mit einem runden dielektrischen Resonator über eine Länge, die kleiner als die halbe Wellenlänge auf der Abstimmleitung ist, in einem Bogen um den Resonator, dessen runder Kontur folgend, geführt wird. Hiermit wird eine sehr enge Kopplung der Abstimmleitung mit dem dielektrischen Resonator erreicht, wodurch sich der Abstimmungsbereich für die Resonanzfrequenz erweitert.

**[0007]** Es ist zweckmäßig, daß mindesten eine erste Abstimmleitung für eine Grobabstimmung der Resonanzfrequenz eng mit dem dielektrischen Resonator gekoppelt wird und daß mindesten eine zweite Abstimmleitung für eine Feinabstimmung der Resonanzfrequenz in einem größeren Abstand als die erste Abstimmleitung mit dem dielektrischen Resonator gekoppelt wird. Mit einem Laser läßt sich die Leitungslänge sehr fein dosiert verändern, so daß eine sehr exakte Abstimmung der Resonanzfrequenz dadurch möglich ist. Eine andere Methode zur Änderung der Länge der Abstimmleitung besteht darin, daß an beiden Enden der Abstimmleitung mehrere kurze Leitungsstücke über Bond-Verbindungen aneinandergereiht sind und daß zur Resonanzfrequenzabstimmung die Bond-Verbindungen von ein oder mehreren Leitungsstücken unterbrochen werden.

# Beschreibung von Ausführungsbeispielen

[0008] Anhand mehrerer in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele wird nachfolgend die Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 einen dielektrischen Resonator mit einer Abstimmleitung,

Figur 2 einen dielektrischen Resonator mit zwei Abstimmleitungen,

Figur 3 einen dielektrischen Resonator mit zwei Abstimmleitungen zur GrobAbstimmung und einer Abstimmleitung zur Feinabstimmung der Resonanzfrequenz,

Figur 4 einen dielektrischen Resonator mit einer Abstimmleitung zur GrobAbstimmung und einer Abstimmleitung zur Feinabstimmung der Resonanzfrequenz und

Figur 5 die Änderung der Resonanzfrequenz in Abhängigkeit von der Länge der Abstimmleitung.

[0009] In der Figur 1 ist die Draufsicht eines dielektrischen Resonators 1 dargestellt, der mit einer Signalleitung 2 gekoppelt ist, um einen bestimmten über die Signalleitung 2 übertragenen Frequenzbereich auszufiltern. Der dielektrische Resonator 1 in Form beispielsweise einer runden Scheibe ist auf dem Substrat (in der Zeichenebene liegend) der Signalleitung 2 direkt neben dieser angeordnet. Je nach Abstand des dielektrischen Resonators 1 gegenüber der Signalleitung 2 besteht zwischen beiden eine mehr oder weniger starke Kopplung. Es wird diejenige Frequenz auf der Signalleitung 2 herausgefiltert, auf der der dielektrische Resonator 1 resoniert. Die Resonanzfrequenz des dielektrischen Resonators ist also auf diejenige Frequenz abzustimmen, welche herausgefiltert werden soll.

[0010] Zwischen dem dielektrischen Resonator und dem Substrat kann ein dielektrischer Abstandhalter eingefügt werden. Je nach Höhe des Abstandhalters, d.h. je nach Abstand des dielektrischen Resonators gegenüber dem Substrat, besteht zwischen dem dielektrischen Resonator und den auf dem Substrat verlaufenden koppelnden Leitungen eine mehr oder weniger starke Kopplung.

[0011] Um eine möglichst exakte Abstimmung der Resonanzfrequenz vornehmen zu können, ist mit dem dielektrischen Resonator 1 eine als Streifenleitung ausgeführte, an beiden Enden leerlaufende Abstimmleitung 3 gekoppelt. Die Abstimmleitung 3 wird so am dielektrischen Resonator 1 vorbeigeführt, daß ein Bereich der Abstimmleitung 3, in dem die Leitung ein Stromminimum hat, dem dielektrischen Resonator 1 am nächsten liegt. Unter diesen Umständen hat die Abstimmleitung 3 nahezu keinen Einfluß auf die Resonanzfrequenz des dielektrischen Resonators 1. Wird nun die Abstimmleitung 3 an ihren Enden verkürzt, so verschiebt sich der Ort des Stromminimums und die Abstimmleitung 3 beginnt wie eine dem dielektrischen

Resonator 1 parallelgeschaltete Admittanz zu wirken, welche die Resonanzfrequenz des dielektrischen Resonators 1 verschiebt.

[0012] In dem in der Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel sind die beiden Enden der Abstimmleitung 3 in Form von mehreren kurzen über Bond-Verbindungen aneinandergereihten Leitungsstücken 4 und 5 ausgeführt. Die Leitungsverkürzung erfolgt dadurch, daß an den Enden die Bond-Verbindungen ein oder mehrerer kurzer Leitungsstücke 4 und 5 unterbrochen werden.

[0013] Eine weniger aufwendige Verkürzung der Abstimmleitung 3 kann mit einem Laser vorgenommen werden, mit dem beliebig kurze Stücke der Leitung abgetragen werden können. Die Leitungsverkürzung mittels Laser läßt demnach eine sehr feine Abstimmung der Resonanzfrequenz zu.

[0014] In der Figur 5 ist die Abhängigkeit der Resonanzfrequenzänderung  $\Delta f$  von der Länge der Abstimmleitung dargestellt. Im Ausgangszustand besitzt die Abstimmleitung eine Länge von  $2\lambda$ , so daß der dielektrische Resonator 1 in einem Stromminimum der Abstimmleitung 3 angekoppelt ist und die Abstimmleitung deswegen die Resonanzfrequenz nicht beeinflußt. Werden nun an beiden Enden der Abstimmleitung 3 sukzessive Leitungsstücke entfernt, so steigt die Resonanzfrequenz an bis die Abstimmleitung 3 eine Länge von  $1,5\lambda$  hat. Der Figur 5 ist zu entnehmen, daß an dieser Stelle ein Resonanzpol besteht.

[0015] Wird die Abstimmleitung 3 und die Länge von  $1,5\lambda$  weiter verkürzt, so fällt die Resonanzfrequenz sehr stark ab, steigt aber dann wieder an und erreicht bei der Leitungslänge  $\lambda$  denselben Wert wie bei der Leitungslänge  $2\lambda$ . Mit dem beschriebenen verfahren eröffnet sich also ein sehr weiter Abstimmbereich.

[0016] Eine weitere Vergrößerung des Abstimmbereichs läßt sich dadurch realisieren, daß die Kopplung zwischen der Abstimmleitung 3 und dem dielektrischen Resonator 1 verstärkt wird. Das läßt sich, wie aus der Figur 1 hervorgeht, dadurch erreichen, daß die Abstimmleitung 3 über eine Länge, die kleiner als die halbe Wellenlänge auf der Abstimmleitung 3 ist, in einem Bogen um den dielektrischen Resonator 1, dessen runder Kontur folgend, geführt wird.

[0017] Reicht der mit einer Abstimmleitung 3 erreichbare Abstimmbereich der Resonanzfrequenz nicht aus, so können, wie in Figur 2 dargestellt, auch mehrere Abstimmleitungen 6 und 7 mit dem dielektrischen Resonator 1 gekoppelt werden. Jede dieser Abstimmleitungen 6, 7 deckt dabei einen Abstimmbereich der Resonanzfrequenz ab.

[0018] Beim Ausführungsbeispiel in Figur 3 sind zwei Abstimmleitungen 8 und 9 sehr eng mit dem dielektrischen Resonator 1 gekoppelt. Eine weitere Abstimmleitung 10 ist wegen ihres größeren Abstandes gegenüber dem dielektrischen Resonator 1 erheblich loser mit ihm gekoppelt. Mit den eng gekoppelten Abstimmleitungen 8 und 9 ist eine grobe Abstimmung der Resonanzfre-

quenz durchführbar, und mit der schwach gekoppelten Abstimmleitung 10 kann ein Feinabgleich der Resonanzfrequenz vorgenommen werden.

[0019] Die Figur 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem eine eng gekoppelte Abstimmleitung 11 für die Grobabstimmung und eine schwach gekoppelte Abstimmleitung 12 für die Feinabstimmung der Resonanzfrequenz hintereinander angeordnet sind, so daß die eng gekoppelte Abstimmleitung 11 zwischen der schwach gekoppelten Abstimmleitung 12 und dem dielektrischen Resonator 1 liegt.

[0020] Die Zahl, Lage und Koppelstärke der Abstimmleitungen ist nicht auf die in den Figuren 1 bis 4 dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt.

15

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Abstimmen der Resonanzfrequenz eines dielektrischen Resonators, der auf einem Substrat neben einer als Streifenleitung ausgeführten Signalleitung angeordnet ist, wobei mit dem dielektrischen Resonator mindestens eine seine Resonanzfrequenz beeinflussende, als Streifenleitung ausgeführte, an beiden Enden leerlaufende Abstimmleitung gekoppelt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstimmleitung (3, 6, ..., 12) so mit dem dielektrischen Resonator (1) gekoppelt wird, daß sie mit einem Bereich, in dem die Leitung ein Stromminimum hat, neben dem dielektrischen Resonator (1) verläuft, und daß an einem oder beiden Enden der Abstimmleitung (3, 6, ..., 12) ein oder mehrere Leitungsstücke (4, 5) einer solchen Länge entfernt werden, daß die Resonanzfrequenz einen gewünschten Wert annimmt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine Abstimmleitung (3, 6, ..., 12) zur Kopplung mit einem runden dielektrischen Resonator (1) über eine Länge, die kleiner als die halbe Wellenlänge auf der Abstimmleitung ist, in einem Bogen um den Resonator (1), dessen runder Kontur folgend, geführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine erste Abstimmleitung (8, 9, 11) für eine Grobabstimmung der Resonanzfrequenz eng mit dem dielektrischen Resonator (1) gekoppelt wird und daß mindestens eine zweite Abstimmleitung (10, 12) für eine Feinabstimmung der Resonanzfrequenz in einem größeren Abstand als die erste Abstimmleitung mit dem dielektrischen Resonator (1) gekoppelt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Resonanzfrequenzabstimmung das bzw. die Leitungsstücke von der mindestens einen Abstimmleitung (3, 6, ..., 12) mittels eines Lasers entfernt werden.

20

25

30

35

40

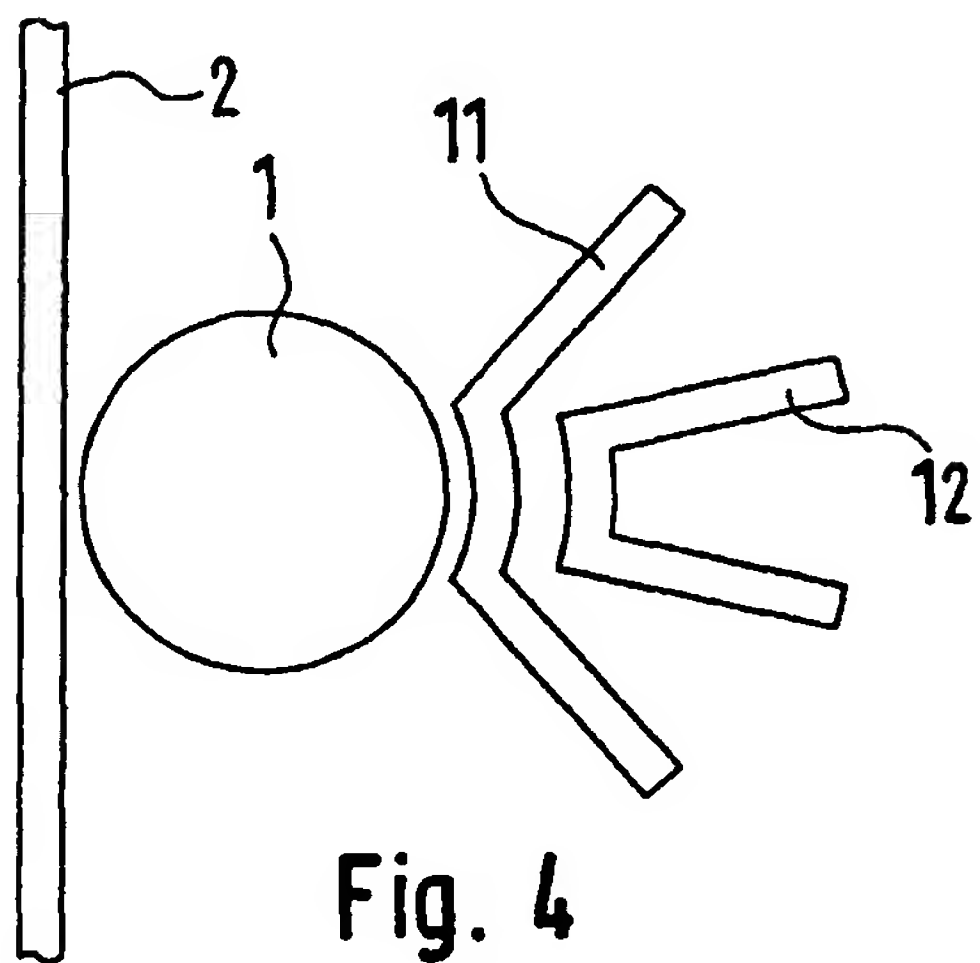
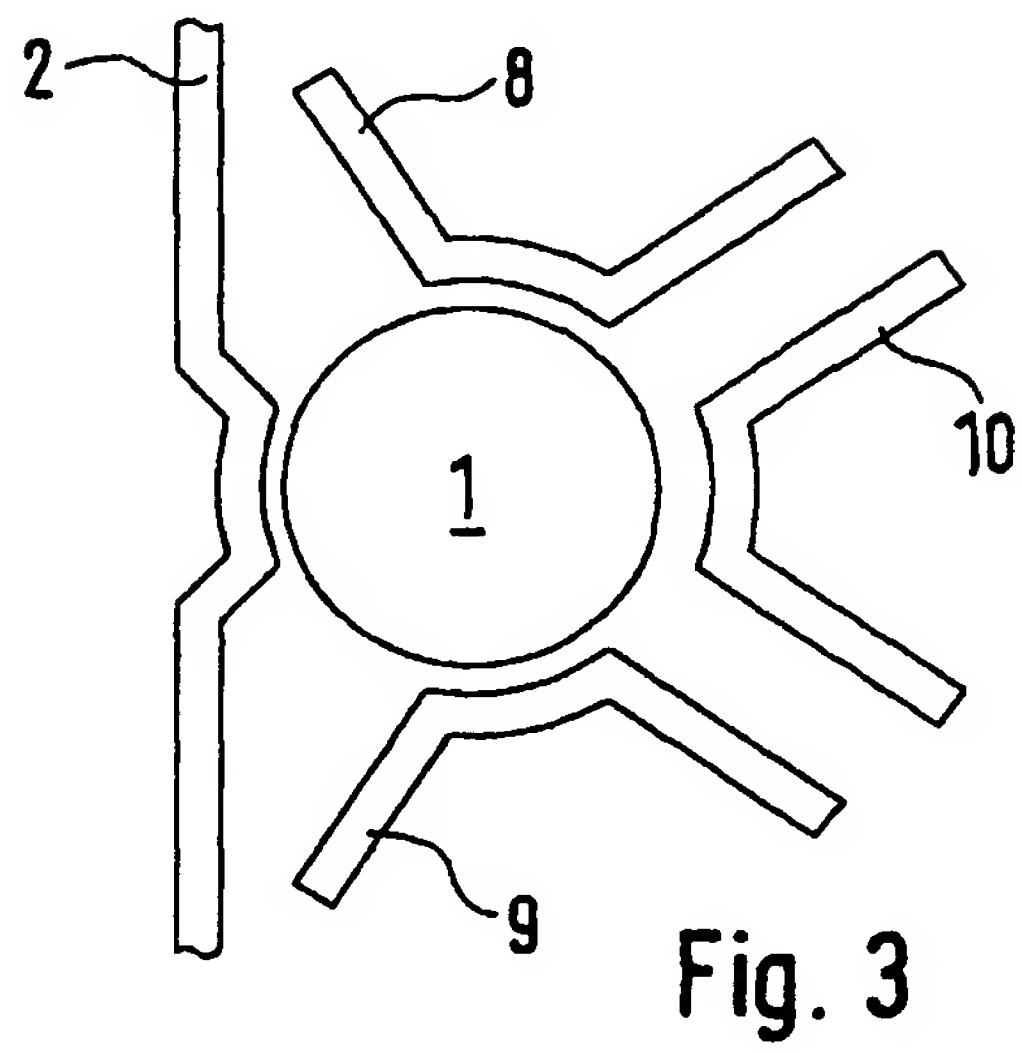
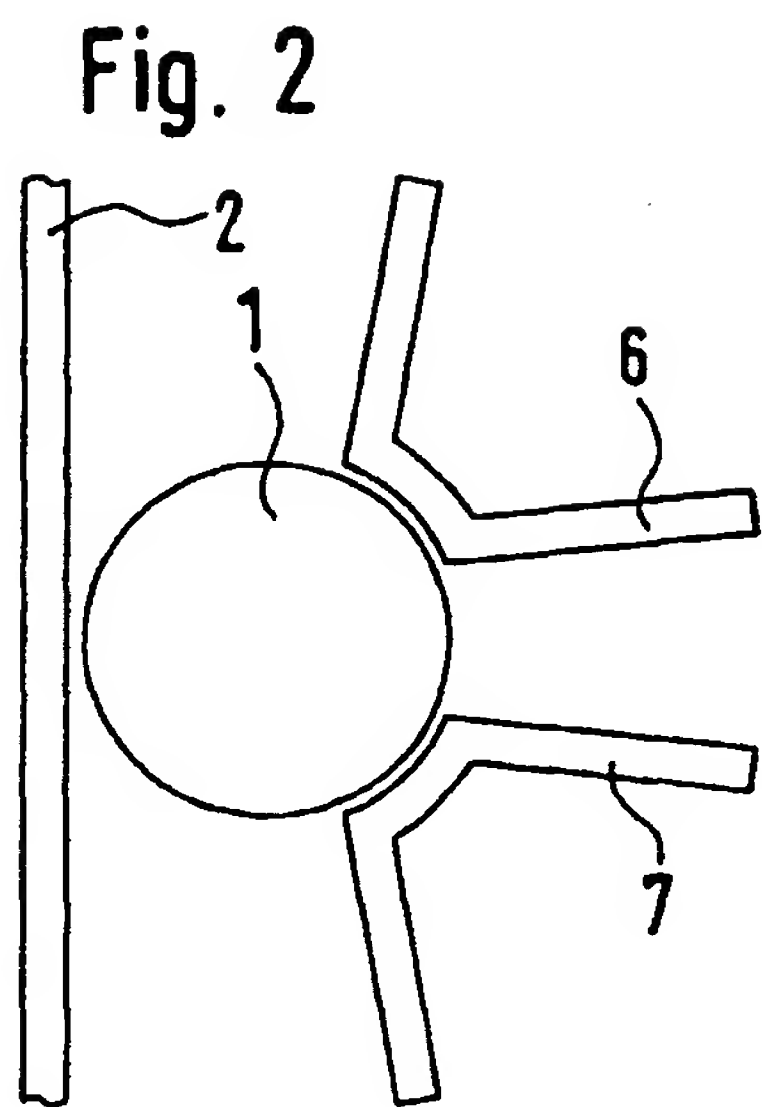
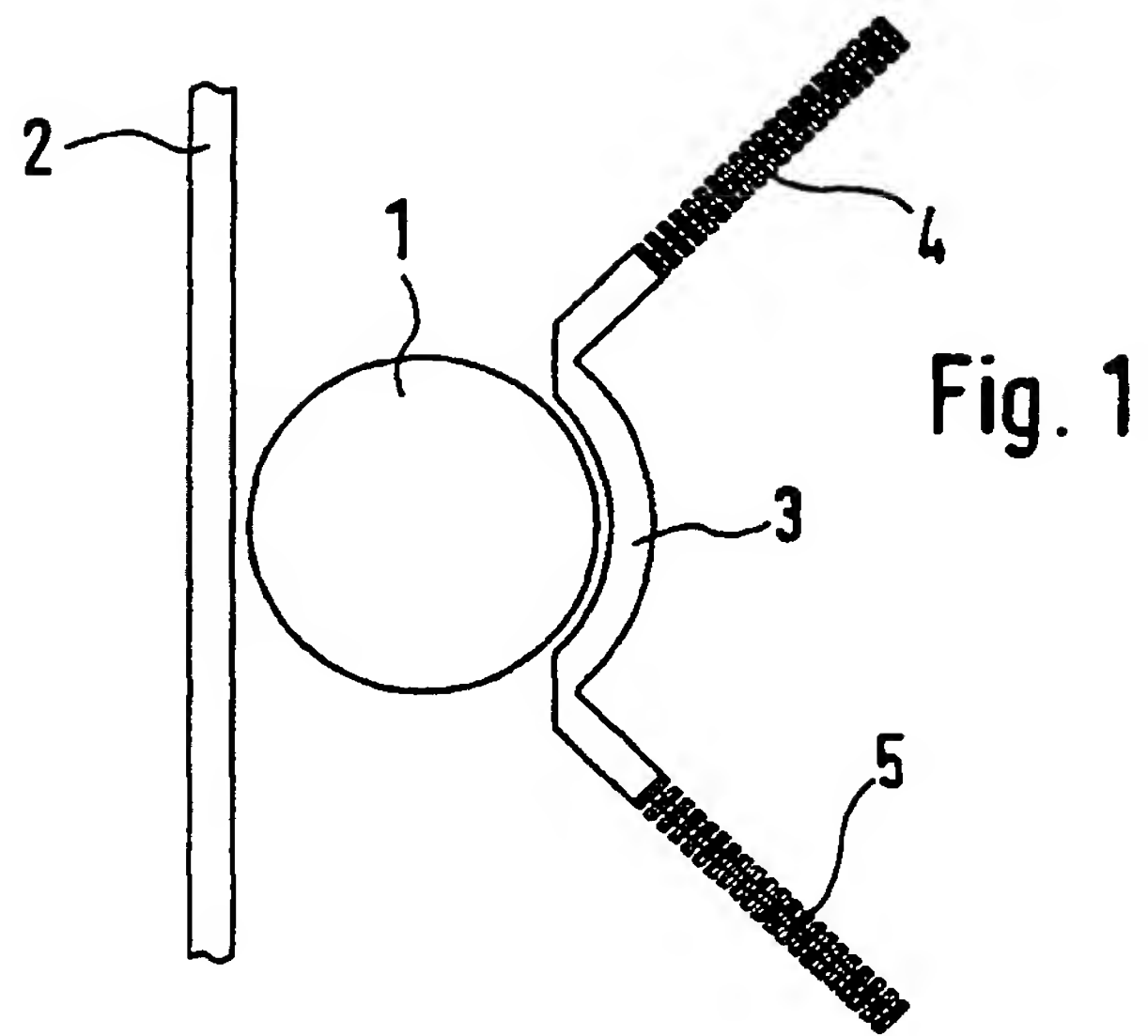
45

50

55

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an beiden Enden der mindestens einen Abstimmleitung (3) mehrere kurze Leitungsstücke (4, 5) über Bond-Verbindungen aneinandergereiht sind und daß zur Resonanzfrequenzabstimmung die Bond-Verbindungen von ein oder mehreren Leitungsstücken (4, 5) unterbrochen werden.





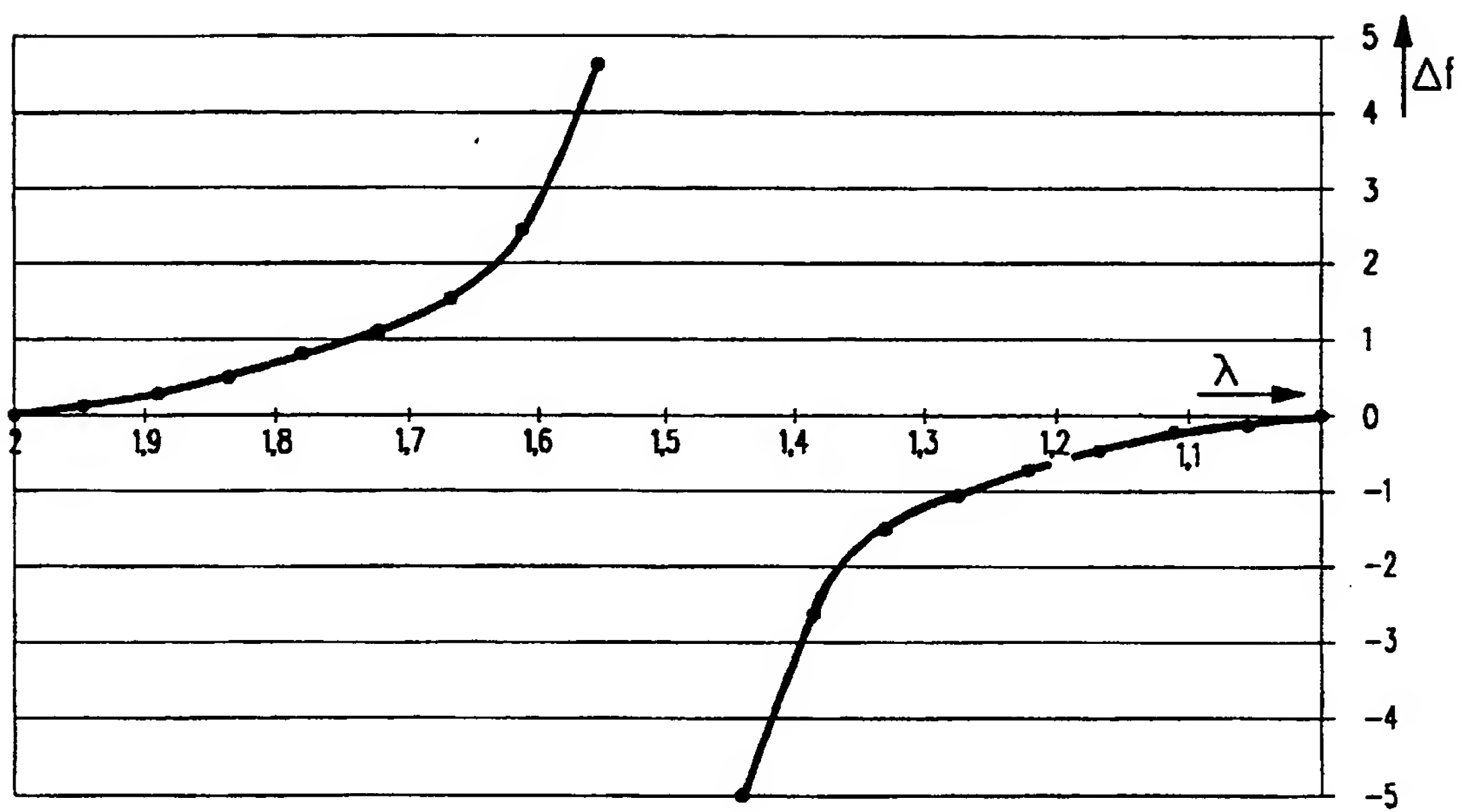


Fig. 5



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 99 10 2651

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	BUER K V: "A NOVEL TUNING METHOD FOR DIELECTRIC RESONATORS" MOTOROLA TECHNICAL DEVELOPMENTS, Bd. 25, 1. Juli 1995 (1995-07-01), Seiten 122-133, XP000524368 * Seite 123, rechte Spalte, Zeile 8 - Seite 124, linke Spalte, Zeile 9 * * Seite 128, linke Spalte, Zeile 16 - rechte Spalte, Zeile 21; Abbildungen 2A, 8A *	1	H01P7/10 H01P1/203
A	US 5 457 431 A (FUENTES ET AL.) 10. Oktober 1995 (1995-10-10) * Spalte 1, Zeile 12 - Zeile 38 * * Spalte 3, Zeile 11 - Spalte 4, Zeile 1; Abbildungen 1, 2 *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 95, no. 8, 29. September 1995 (1995-09-29) & JP 07 122915 A (FUJITSU LTD), 12. Mai 1995 (1995-05-12) * Zusammenfassung *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			H01P H03B
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 1. September 1999	Prüfer Den Otter, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 10 2651

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

01-09-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5457431	A	10-10-1995	KEINE	
JP 07122915	A	12-05-1995	KEINE	

EPO FORM P0461



Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82






## Method for tuning the resonance frequency of a dielectric resonator

**Patent number:** EP0961340  
**Publication date:** 1999-12-01  
**Inventor:** SCHALLNER MARTIN (DE); MARTIN SIEGBERT (DE)  
**Applicant:** BOSCH GMBH ROBERT (DE)  
**Classification:**  
- international: **H01P1/203; H01P1/20;** (IPC1-7): H01P7/10; H01P1/203  
- european: H01P1/203B  
**Application number:** EP19990102651 19990212  
**Priority number(s):** DE19981023656 19980527

**Also published as:**

 DE19823656 (A)  
 EP0961340 (B1)

**Cited documents:**

 US5457431  
 XP000524368  
 JP7122915

**Report a data error he**

**Abstract of EP0961340**

The tuning method uses a stripline tuning line (3) which is open at either end, coupled to the dielectric resonator (1) applied to a substrate in a region of the line where the current is a minimum, with one or more line sections (4,5) removed from at least one end of the tuning line for adjusting the resonance frequency of the dielectric resonator.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE RI ANK (ISCPTO)

Docket # 2003P15803

Applic. # \_\_\_\_\_

Applicant: Tschernitz

Lerner Greenberg Steiner LLP  
Post Office Box 2480  
Hollywood, FL 33022-2480  
Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101